

Variranje sadržaja proteina u zrnu soje u zavisnosti od sorte i godine

Vera Popović · Miloš Vidić · Vojin Đukić · Svetlana Balešević-Tubić ·
Miladin Kostić · Aleksandar Ilić · Dragana Valan

primljeno / received: 10.02.2010. prihvaćeno / accepted: 15.03.2010.
© 2010 IFVC

Izvod: U dvogodišnjem poljskom ogledu utvrđen je sadržaj proteina u zrnu pet sorti soje različite dužine vegetacije (0, I i II grupe zrenja), koje trenutno čine aktuelni sortiment u našoj zemlji. Utvrđene su znatne razlike u sadržaju proteina u zavisnosti od sorte i godine. Proizilazi da je ovo svojstvo sortna osobina, ali da je takođe pod vrlo jakim uticajem ekoloških faktora. Rezultati pokazuju da postoje značajne razlike između genotipova, pri čemu se sadržaj proteina u proseku kretao od 36,52 % (Venera) do 39,76 % (Proteinka). Za sintezu proteina znatno povoljnija bila je 2008. u odnosu na 2009. Varijabilnost u sadržaju proteina između genotipova ($CV=3,04\%$) ukazuje na dalju mogućnost povećanja analiziranog svojstva.

Ključne reči: ekološki faktori, sadržaj proteina, soja, sorte, varijabilnost

Uvod

Soja (*Glycine hispida max.* (Moench.)) je jednogodišnja samooplodna biljka iz porodice Leguminosae. Primarni gen centar porekla soje je severoistočna Kina. Do 15-16. veka prenet je u Indoneziju, Filipine, Vijetnam, Tajland, Burmu, Nepal i severnu Indiju, gde su se razvile lokalne populacije, te se ovi regioni smatraju sekundarnim gen centrom porekla soje (Hymowitz 1988).

Soja ima veliki privredni značaj, prvenstveno zbog široke upotrebne vrednosti koja proističe iz hemijskog sastava zrna. Celo zrno soje obično sadrži oko 40% proteina, 20% ulja, 17% celuloze i hemiceluloze, 7% šećera, 5% vlakana i oko 6% pepela na bazi suve mase (Rubel et al. 1972). Soja je apsolutno dominantna proteinska biljka u svetu i kod nas, a kao takva osnovni je izvor biljnih proteina.

Soja ima veliki značaj u proizvodnji ljudske i stočne hrane. Sa povećanjem populacije ljudi u svetu povećava se i potrošnja mesa, čime se pokazala potreba za većim količinama kvalitetne i bezbedne hrane za ishranu životinja. Sadržaj proteina je najvažniji pokazatelj kvaliteta. Pored ishrane životinja, sojini proteini imaju značajnu ulogu u ljudskoj ishrani. Konditorski, farmaceutski i mnogi drugi proizvodi sadrže soju ili prerađevine

od soje, a za dobijanje pojedinih proizvoda neophodna je odgovarajuća proteinska struktura. Pored toga, poznat je i pozitivan uticaj ishrane, koja sadrži soju, na zdravlje ljudi (Pešić 2003). U većini slučajeva, do danas, soja se ne prodaje na osnovu hemijskog sastava, mada se sadržaj proteina i ulja već dugo uzima u obzir na tržištu posebnih namena, odnosno hrane. Iako su sadržaj ulja i proteina kvantitativna svojstva, oba se mogu promeniti oplemenjivanjem (Miladinović i sar. 2008b). Pored toga, zapadno tržište traži i dobro izbalansiran odnos sadržaja proteina i ulja za spravljenje proizvoda za ljudsku ishranu tako da je cilj oplemenjivača Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu da prilagode sortiment Instituta zahtevima i potrebama tržišta (Vidić i sar. 2008). Treba nastojati da se poboljšanjem hemijskog sastava ne umanjí prinos zrna, s obzirom da su ova svojstva međusobno u jakoj negativnoj korelaciji, naročito prinos zrna i sadržaj proteina, kao i sadržaj proteina i ulja u zrnu soje (Chung et al. 2003).

U zavisnosti od sorte i uslova uspevanja, sadržaj proteina u zrnu varira od 30% do 53%, dok komercijalne sorte najčešće sadrže između 38% i 42%. Rezervni proteini semena soje podeljeni su u tri velike grupe na osnovu sedimentacione konstante. Dominantne frakcije čine glicinin (11S frakcija) i beta konglicinin (7S frakcija), dok se u alfa konglicininu (2S frakciji) nalaze inhibitori proteaza. Neki oplemenjivački programi imaju za cilj smanjenje aktivnosti inhibitora proteaza u zrnu, kako bi se uštedela energija pri preradi soje

V. Popović (✉) · M. Vidić · V. Đukić · S. Balešević-Tubić · M. Kostić · A. Ilić · D. Valan
Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija
e-mail: vera.popovic@ifvcns.ns.ac.rs

prilikom termičke inaktivacije ovih inhibitora. Inhibitori proteaza imaju povoljan aminokiselinski sastav, pre svega bogati su aminokiselinama koje sadrže sumpor, a kojih inače nema dovoljno u ostalim proteinskim frakcijama (metionin, cistein), te se smanjivanjem ove frakcije u zrnu narušava povoljan aminokiselinski sastav (Pešić 2003). Drugi razlog leži u činjenici da sorte sa nižom aktivnošću inhibitora imaju smanjen sadržaj ukupnih proteina u semenu. Ispitivanja izogenih linija za Kunitz tripsin inhibitor pokazuju značajno smanjenje sadržaja ukupnih proteina u zrnu, dok je sadržaj ulja nepromenjen (Vollmann et al. 2002). Novosađanka i Proteinka su prve sorte sa povećanim sadržajem proteina uvedene u proizvodnju u našoj zemlji, a posebno se ističe sorta Fortuna koja može da dostigne 44% proteina u zrnu (Miladinović i sar. 2008a).

Cilj ovog rada je da se utvrdi sadržaj proteina u zrnu visokoprinosnih genotipova NS soje u zavisnosti od sorte i godine.

Materijal i metod rada

Dvogodišnji poljski ogled postavljen je po modifikovanom blok sistemu tokom 2008. i 2009. u tri ponavljanja na oglednim poljima Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu uz primenu optimalne agrotehnike. Površina osnovne parcelice iznosila je 8 m². U ogledu je analiziran sadržaj proteina u pet genotipova soje stvorenih u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu. Istraživani genotipovi soje su različite dužine vegetacije: Galina, Valjevka i Proteinka (0 grupe zrenja), Balkan (I grupe zrenja) i Venera (II grupe zrenja), a u našim agroekološkim uslovima gaje se pri redovnoj setvi. Ogled je izveden u uslovima suvog ratarenja. Sadržaj ukupnih proteina u semenu određen je na spektrofotometru, tehnikom infracrvene spektroskopije (Near Infrared Spectroscopy - NIR) na aparatu PERTEN DA 7000, nedestruktivnom metodom, preračunat na apsolutno suvo zrno prema protokolu Balešević-Tubić i sar. (2007).

Osnovni statistički instrumentarij za utvrđivanje varijabilnosti proteina bazirao se na sledećem (Mihailović 2005):

- za izračunavanje stepena variranja određenih pojava primenjen je koeficijent varijacije

$$V = \bar{s} \cdot 100 / \bar{x}$$

- kretanje pojava računato je primenom eksponencijalnog trenda

$$y = \alpha \cdot 6$$

Podaci su sistematizovani putem datih statističko-matematičkih metoda. Određene pojave prikazane su u vidu tabela i grafikona što omogućava da se uoči kretanje trendova.

Rezultati i diskusija

Na sadržaj proteina u semenu soje utiču nasledne osobine, zemljišno klimatski uslovi i nivo primenjene agrotehnike. Od zemljišno-klimatskih uslova važnu ulogu imaju temperature vazduha i količina raspoložive vlage u zemljištu u fazi nalivanja semena. Sadržaj proteina kod proučenih genotipova soje obračunat na apsolutno suvo zrno znatno varira i kreće se u proseku od 35,83% (Venera) do 39,20% (Proteinka). Razlika u sadržaju proteina je velika što navodi na zaključak da je ovo svojstvo pod uticajem spoljašnjih faktora. Na sadržaj proteina najviše utiču srednje dnevne temperature i količina vlage u zemljištu (Tab. 1).

Uticaj faktora spoljne sredine na sintezu proteina uočava se na osnovu minimalnih (35,30%) i maksimalnih vrednosti (41,09%) ovog pokazatelja kvaliteta soje (Graf. 1). Po pravilu gde je nizak sadržaj proteina, visok je sadržaj ulja, i obrnuto. Rezultati istraživanja pokazuju da vremenski uslovi u 2009. nisu favorizovali sintezu proteina u zrnu soje. Za sintezu proteina znatno povoljnija godina bila je 2008. u odnosu na 2009. (Tab. 2). Početak vegetacionog perioda soje u 2008. i 2009. praćen je povoljnim vremenskim uslovima. Srednje dnevne temperature u aprilu i maju bile su više u odnosu na višegodišnji prosek (Tab. 1), što se povoljno odrazilo na ujednačeno i brzo nicanje soje. Godina 2008. je u vegetacionom periodu imala relativno dobre klimatke uslove za rast soje, ukupne padavine (333,2 l m⁻²) i prosečne temperature (18,8 °C), što se manifestovalo statistički značajno većim sadržajem proteina svih ispitivanih sorata soje u odnosu na 2009. Od nicanja useva u 2009. do kraja prve deкаде jula bilo je dovoljno padavina za rast i razvoj biljaka. U drugoj i trećoj dekadi jula i u avgustu, kada su za bujan usev soje bile neophodne veće količine vlage radi formiranja i nalivanja zrna, pojavio se deficit vode u zemljištu, što je rezultiralo statistički nižim sadržajem proteina kod ispitivanih sorti.

Evidentno je da je prosečan sadržaj proteina kod svih pet ispitivanih genotipova soje statistički veći u 2008. (38,78%) u odnosu na 2009. (37,38%) (Tab. 2).

Rezultati naših istraživanja saglasni su sa rezultatima Vidića i sar. (2010) gde se konstatuje da je sadržaj proteina u zrnu sortna osobina, ali je takođe pod jakim uticajem ekoloških faktora što potvrđuju višegodišnji rezultati iz mreže makroogleda. Prema Bošnjaku (2008) navodnjavanje u izrazito sušnim godinama doprinosi poboljšanju kvaliteta soje. Sadržaj proteina u uslovima navodnjavanja veći je do 2,5%.

Analizirani genotipovi soje pokazali su značajnu varijabilnost u sadržaju proteina (Tab. 2).

Tabela 1. Suma padavina ($l\ m^{-2}$) i srednja dnevna temperatura ($^{\circ}C$) u 2008. i 2009.Table 1. Precipitation sum ($l\ m^{-2}$) and mean daily temperatures ($^{\circ}C$) during 2008 and 2009

Mesec Month	Padavine Precipitation ($l\ m^{-2}$)		Temperatura Temperature ($^{\circ}C$)		Padavine Precipitation ($l\ m^{-2}$)	Temperatura Temperature ($^{\circ}C$)
	2008.	2009.	2008.	2009.	Višegodišnji prosek (1964-2009) Long-term average	
april April	21,9	3,6	13,0	14,6	48,8	11,4
maj May	46,2	50,4	18,4	18,6	59,6	16,8
juni June	115,9	127,2	21,8	19,6	85,7	19,9
juli July	41,6	58,1	21,7	22,8	68,2	21,4
avgust August	14,0	19,0	22,2	23,0	56,9	21,0
septembar September	93,6	13,0	15,7	20,0	45,1	16,8
Prosek Average	333,2	271,3	18,8	19,7	364,3	17,9

Tabela 2. Prosečan sadržaj proteina u ponavljanjima u NS sortama soje (2008-2009)

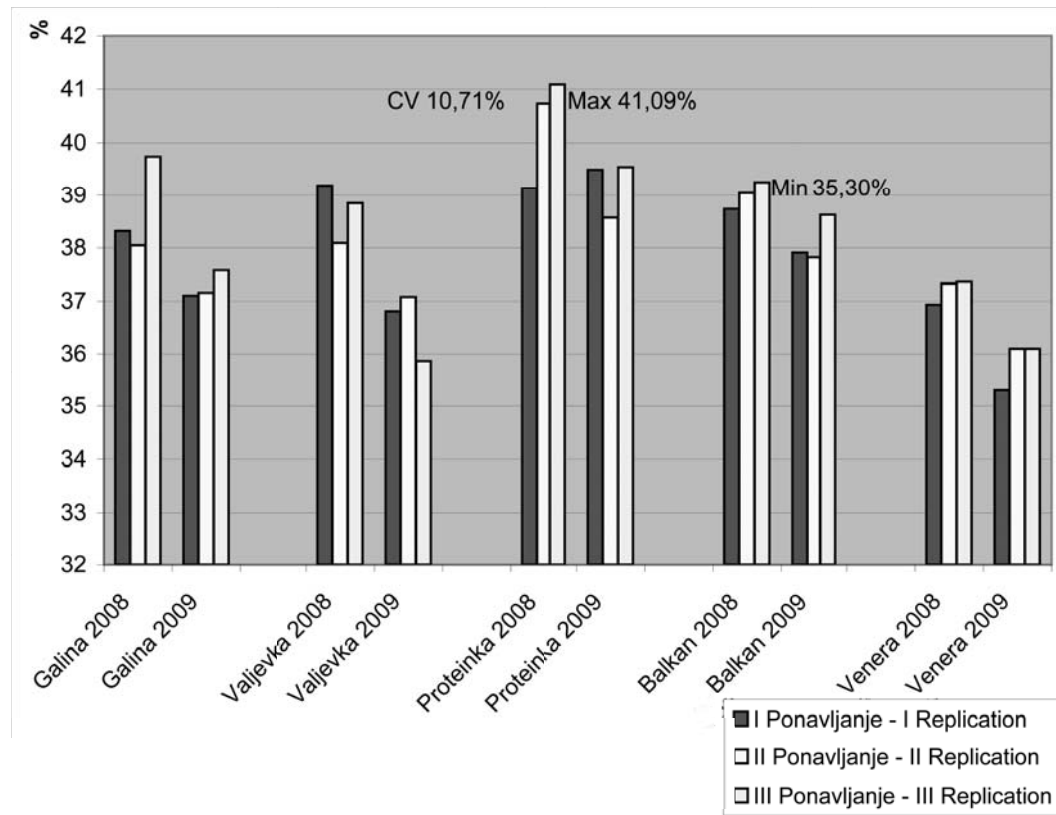
Table 2. The average protein content in replications in NS soybean cultivars (2008-2009)

Izvor varijacije Source of variation	Prosečna vrednost Average value (%)	Stopa promene Rate of change (%)	CV Coefficient of variation (%)
Galina – Replication 2008.	38,70	1,83	2,35
Galina – Replication 2009.	37,28	8,10	0,70
Galina–Repl. Prosek-Average	37,99	0,74	2,58
Valjevka – Replication, 2008.	38,70	0,29	1,45
Valjevka – Replication, 2009.	36,50	1,29	1,73
Valjevka–Repl.,Prosek-Average	37,64	-0,90	3,40
Proteinka –Replication, 2008.	40,30	2,46	2,57
Proteinka –Replication, 2009.	39,20	6,34	1,39
Proteinka–Repl.,Prosek-Average	39,76	0,33	2,42
Prosek–Average(0 maturity group)	38,46	2,30	2,95
Balkan – Replication, 2008.	39,01	0,65	0,65
Balkan – Replication, 2009.	38,12	0,11	1,16
Balkan Prosek	38,56	0,53	1,51
Venera – Replication, 2008.	37,20	0,58	0,64
Venera – Replication, 2009.	35,83	1,12	1,29
Venera, Prosek - Average	36,52	0,85	2,24
Prosek - Average	37,85	-2,55	3,04

Prosečna vrednost sadržaja proteina kod sorte Galina iznosi 37,99%. U istraživanom periodu došlo je do stagnacije sadržaja proteina po stopi od 0,74% godišnje sa oscilacijama (CV=2,58%). Značajno statistički niži sadržaj proteina utvrđen je kod sorte Galina u odnosu na sorte Proteinku i Balkan. Relativno ujednačen prosečan sadržaj proteina sorta Galina ostvarila je sa sortom Valjevka (37,64%), dok je u proseku značajno statistički veći sadržaj proteina ostvarila u odnosu na sortu Veneru (36,52%).

Najveći sadržaj proteina u posmatranom periodu ostvarila je sorta Proteinka u III ponavljanju 2008. (41,09%) dok je najmanji sadržaj proteina ostvarila sorta Venera, u I ponavljanju 2009. (35,30%). Između maksimalnih i minimalnih vrednosti sadržaja proteina kod svih sorti uključenih u ogled ostvarena je varijabilnost (CV=10,71%) (Graf. 1).

Sorta Proteinka pripada kolekciji visoko proteinskih genotipova i ostvarila je statistički značajno veći sadržaj proteina u odnosu na ostale



Grafikon 1. Sadržaj proteina u NS sortama soje po ponavljanjima (2008-2009)

Graph 1. Protein content in NS soybean cultivars by replications (2008-2009)

Prosečna vrednost sadržaja proteina kod sorte Proteinka iznosi 39,76%. Evidentna je stagnacija sadržaja proteina po stopi od 0,33% godišnje i varijabilnost (CV=2,42%). Sorta Proteinka ostvarila je značajno statistički veći sadržaj proteina u odnosu na ostale sorte.

Analizom svih ispitivanih sorti utvrđeno je da se prosečna vrednost sadržaja proteina u zrnju soje kretala u proseku od 36,52% (Venera) do 39,76% (Proteinka). Evidentno je da stabilnost, merena koeficijentom varijacije, ukazuje na variranja u sadržaju proteina kod ispitivanih sorti (CV=3,04%).

testirane sorte u istraživanom periodu, dok je statistički značajno niži sadržaj proteina utvrđen kod sorte Venera.

Sorte Galina, Valjevka i Proteinka pripadaju grupi ranostasnih sorti, 0 grupe zrenja, a zbog svoje dobre adaptabilnosti, izuzetno visokog genetskog potencijala za prinos, iznad 4,5 t ha⁻¹, stabilnosti prinosa u različitim uslovima gajenja i visokog stepena otpornosti prema ekonomski značajnim bolestima, zauzimaju velike površine pod sojom u našoj zemlji. Najveći sadržaj proteina ostvarila je sorta Proteinka, dok su relativno ujednačeno visok sadržaj proteina ostvarile sorte

Galina i Valjevka, koje će se zahvaljujući ovom poželjnom svojstvu prvenstveno gajiti za specifične namene u industriji za preradu soje.

Srednjestasna sorta Balkan, I grupe zrenja, optimalna za naše uslove gajenja, sorta je dobre adaptibilnosti koja u većini regiona gajenja daje izuzetno visoke i stabilne prinose. Pored visokog potencijala rodnosti, Balkan ostvaruje visok stepen otpornosti prema značajnim bolestima, otporan je na poleganje i odlikuje se visokim sadržajem proteina u zrnu.

Kasnostasna sorta Venera, II grupe zrenja, ima nešto duži vegetacioni period od trenutno aktuelnih kasnostasnih sorti i ostvaruje visoke i stabilne prinose. Pored visokog potencijala rodnosti i dobre adaptibilnosti, odlikuje se statistički značajno nižim sadržajem proteina i izuzetno visokim sadržajem ulja u zrnu.

Modernom oplemenjivanju podrazumeva i kontinuirano unapređenje tehnološkog kvaliteta, a naročito povećan sadržaj proteina u sojinom zrnu. Raznovrstan sortiment novosadskih sorti soje omogućuje proizvođačima pravilan izbor sorti različitog vremena zrenja i tehnološkog kvaliteta, sa kompleksom pozitivnih proizvodnih osobina, adaptabilnih različitim klimatsko-zemljišnim uslovima. Posebna pažnja, pored prinosa, poklanja se kvalitetu zrna, s obzirom da je prerađivačkoj industriji potrebna sirovina sa povećanim sadržajem proteina i ulja u zrnu. Tako je za proizvodnju sojinog mleka upravo ovaj odnos bitan za dobijanje kvalitetnog finalnog proizvoda. Osnovni problem koji se javlja prilikom oplemenjivanja na povišen sadržaj proteina jeste postojanje negativne korelacije između prinosa i sadržaja proteina (Miladinović i sar. 2008b). Ova osobina je od posebnog značaja za preradu, pa se sorte soje sa visokim sadržajem proteina mogu koristiti za specifične namene u prerađivačkoj industriji.

Zaključci

Na osnovu rezultata postignutih u ovom ogledu mogu se doneti sledeći zaključci:

- Utvrđeno je da se prosečna vrednost sadržaja proteina u zrnu soje kod ispitivanih genotipova u istraživanom periodu kretala u proseku od 36,52% (Venera) do 39,76% (Proteinka). Utvrđena je varijabilnost proteinske strukture (CV=3,04%), što predstavlja važan preduslov za dalji napredak u oplemenjivanju.

- Najveći sadržaj proteina u posmatranom periodu ostvarila je visokoproteinska sorta Proteinka u III ponavljanju 2008. (41,09%), dok je najmanji sadržaj proteina ostvarila sorta Venera

- u I ponavljanju 2009. (35,30%). Između maksimalnih i minimalnih vrednosti sadržaja proteina kod ispitivanih sorti ostvarena je varijabilnost (CV=10,71%).

- Kao povoljna godina za sintezu proteina pokazala se 2008. u kojoj je zabeležen sadržaj proteina u proseku od 38,78% za sve ispitivane sorte. Nepovoljnija godina za sintezu proteina bila je 2009. u kojoj je zabeležen sadržaj proteina u proseku od 37,38% za sve ispitivane sorte.

- U narednom periodu trebalo bi povećati broj analiziranih genotipova soje i time proširiti genetičku osnovu za intenzivniji rad na većem sadržaju proteina.

Literatura

- Balešević-Tubić S, Đorđević V, Tatić M, Kostić M, Ilić A (2007): Application of near infrared spectroscopy in determination of protein and oil content in soybean seed. Arhiv za poljoprivredne nauke. (u štampi)
- Bošnjak Đ (2008): Navodnjavanje soje u redovnoj, drugoj i postrnoj setvi. U: Miladinović J, Hrutić M, Vidić M (ured.), Soja. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad i Sojaprotein, Bečej, 339-340
- Chung J, Barka H L, Staswick P E, Lee D J, Grogan P B, Shoemaker R C, Specht J E (2003): The seed protein, oil and yield QTL on soybean linkage group I. Crop Sci. 43: 1053-1067
- Hymowitz T (1988): Soybeans: The Success Story, Proceedings of the First National Symposium. New Crops: Research, Development, Economics Indianapolis, Indiana, 159-163
- Mihailović B (2005): Marketing u turizmu, Cetinje
- Miladinović J, Hrutić M, Vidić M (2008a): Soja. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad i Sojaprotein, Bečej, 35-36
- Miladinović J, Hrutić M, Vidić M, Balešević-Tubić Svetlana, Đorđević V (2008b): Oplemenjivanje soje u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo 45: 65-70
- Pešić M (2003): Uticaj proteinske molekulske strukture genotipova na tehnološke funkcionalne osobine soje. Magistarska teza, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet
- Rubel A, Rinne R W, Canvin D T (1972): Protein, oil, and fatty acid in developing soybean seeds. Crop Sci. 12: 739-741
- Vidić M, Hrutić M, Miladinović J, Đukić V, Đorđević V (2008): Analiza sortnih ogleda soje u 2007. godini. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo 45: 141-151
- Vidić M, Hrutić M, Miladinović J, Đukić V, Đorđević V, Popović, V (2010): Novine u sortimentu soje. Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res. 47: 347-355
- Vollmann J, Schausberger H, Bistrich H, and Lelley T (2002): The presence or absence of the soybean Kunitz trypsin inhibitor as a quantitative trait locus for seed protein content. Plant Breed. 121: 272-274

Variation of Protein Content in Soybean Grain Depending on Cultivar and Year

Vera Popović · Miloš Vidić · Vojin Đukić · Svetlana Balešević-Tubić ·
Miladin Kostić · Aleksandar Ilić · Dragana Valan

Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

Summary: Grain protein content in five soybean cultivars was determined in a two-year field experiment. The soybean cultivars belong to different maturity groups (O, I and II) and they represent the current cultivars in our country. Significant differences were found in protein content depending on cultivar and year. It seems that this is a cultivar property, but is also under a very strong environmental influence. The results show that there are significant differences between cultivars, while the average protein content ranged from 36.52% (Venera) to 39.76% (Proteinka). The year 2008 was significantly more favourable than 2009 for protein synthesis. Considerable variability in protein content among cultivars (CV=3.04%) indicates the possibility of further increase of the analyzed property.

Keywords: cultivars, environmental factors, protein content, soybean, variability